

グローブの測定とその測器

大気/気候

測定項目	測器	スキルレベル
雲量/雲形	雲チャート	全レベル
エアロゾル	サンフォトメータ、デジタル電圧計	中レベル、中等レベル
気圧	アネロイド気圧計、または高度計	全レベル
相対湿度 レベル	デジタル湿度計、温度計（検定付または最高/最低温度計）	全レ ベル
相対湿度	スリング乾湿計、百葉箱、検定用温度計	全レベル
降水、液体	雨量計	全レベル
降水、固形	積雪板、雨量計、積雪深計	全レベル
降水、pH	pH指示ペーパー	初級
降水、pH	pHペン、2個のpHバッファ（7と4または10）	中級
降水、pH	pHメータ、3つのpHバッファ（7、4と10）	中等
最低・最高・現在気温	最高/最低温度計、検定用温度計、百葉箱	全レベル
地表のオゾン	オゾン試験紙スキャナー、オゾン化学試験紙 オゾン測定場所、シール袋、風向測定器具	全レベル

大気調査の手順

大気観測サイト

大気観測サイトは、生徒が毎日観測ができるように、校庭やその付近を選んでください。また、降水量の測定は、土壌水分観測サイトの100m以内でおこなうことになっています。

雲の量と雲の種類は、雲を見るのに障害があってはできません。例えば、運動場の真ん中は、この観測をおこなうのにとってもよい場所になるでしょう。雲の測定をおこなう場所は、雨量計や温度計を設置した地点と、必ずしも同じ場所である必要はありません。雲の観察に適した場所を探すためには、障害物が少なく、最も展望のよい場所を見つけるまで、校庭のまわりを歩いてみるのがいいでしょう。

市街地においては、完全な空の展望を得ることはできないかもしれません。選んだ場所が適切な場所であるか判断するには、見えない部分が雲で完全に覆われていたり、他とは異なる種類の雲があったとしたら、どうなるか自問してみることです。報告するデータに何か違いが出てくるか想像してみましょう。報告するデータに影響しなければ、空の一部が遮られて

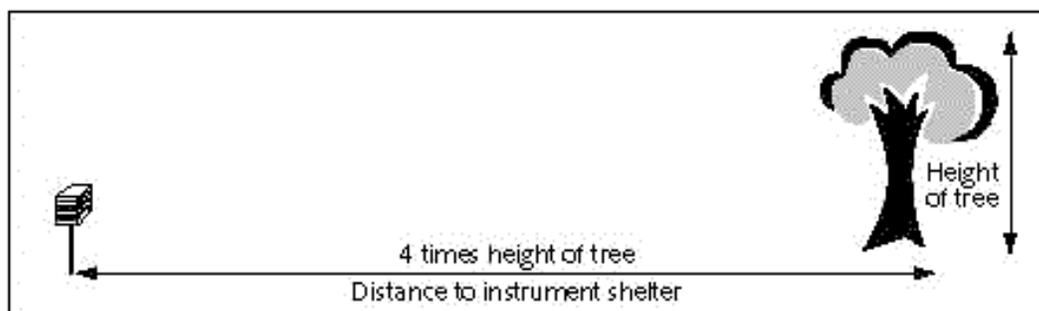
いたとしても、その場所は満足のできる観測サイトとみなしてよいでしょう。

観測器具の設置

雨量計や積雪板、百葉箱の設置に理想的なのは、平らで見通しのよい、(草地のように)地面が自然な場所です。屋根の下や、舗装された場所は避けてください。このような場所は、草地の場合よりも暑くなり、温度の測定に影響を与えてしまいます。固い地面では、水が跳ね飛び、降水量の測定に影響を与えてしまいます。急な斜面や、何かで覆われているくぼみに器具を設置するのは、地形上やむを得ない場合を除き、避けるようにしましょう。

雨量計や百葉箱を、建物、木、高い茂みの近くに設置してはいけません。近くにある物体は、温度計への空気の流れを遮り、また雨量計に集まる雨量に影響してしまいます。

雨量計と百葉箱を、周辺の物体から、物体の高さの4倍離れた場所に設置しましょう。例えば、10mの高さの木に囲まれているとしたら、木から少なくとも40m離れたところに器具を設置しましょう(図を参照)。そのくらいの距離があると、これらの物体は風を遮り、降雨の測定をより正確にします。



生徒は、器具の設置位置を示す地図を描くよう求められます。機具と周辺の建物や木、茂みとの位置関係を、距離や方位も含めて描きましょう。また、器具の置かれている場所の特徴も書き留めておきましょう。

積雪板は、周辺地域の平均的な積雪量を示すような、比較的平らな地面に設置しましょう。丘の斜面では、太陽にさらされないほうの斜面を使いましょう(北半球では北側、南半球では南側の斜面が適当です)。その場所には、風の流れや雪の融解に影響を与えかねない、木や建物や他の障害物があってはなりません。

場所を決める

器具の設置場所を決めたらすぐに、GPS受信機で座標を確定し、GLOBE日本中央センター事務局にFAX、メール等で連絡してください。

雲プロトコル

- 目的：雲形と雲量を観測する
- 概要：10種雲形のどのタイプか、空のどのくらいが覆われているかを観測する
- 生徒の成果：
生徒はどのように観察から概算値を推定するか、また分類の一般的な基準に従ってある特別な雲をいかに分類するかを学ぶ
生徒は雲高、形（タイプ）と雲量の気象学的なコンセプトを学び、10の基礎的雲形を学ぶ
- 科学的コンセプト：
 - 地球科学と宇宙科学
 - 天気は定性的な観察によって記述される
 - 天気は日々そして季節によって変化する
 - 天気は局地的、地域的そして地球の空間スケールで変化する
 - 雲は大気中の水蒸気の凝結でできる
 - 雲は天気や気候に影響を与える
 - 大気は異なった高度では異なった性格を持っている
 - 水蒸気は地表面からの蒸発と植物からの蒸散によって大気に加えられる
 - 物理科学
 - 物質は異なった状態で存在する一固体、液体、気体
 - 地理
 - 雲の性質と広がりは
 - 自然地理的システムの特性に影響を与える
- 科学的インクワイアリー能力：
 - 雲チャートを使って雲形を分類する
 - 雲量を推定する
 - 回答できる質問を確認する
 - 科学的な調査をデザインし、実行する
 - 適切な数式を使ってデータを分析する
 - 証拠を使って記述し、予測をする
 - 替わりの説明を認めて、分析する
 - 手順や記述、予測を伝える
- 時間：10分
- レベル：全レベル
- 頻度：

地方太陽時正午の1時間以内に毎日
オゾンやエアロゾルの測定をサポートするために
衛星が上空を通過する時刻に追加的な観測も歓迎する

- 材料と器具：大気調査データシートまたは雲データシート、グローブ雲チャート、雲形を観察する（アペンディックスの）
- 必要条件：なし

雲形

何をどのようにおこなうか

大気観測サイトから、空の雲を観察しましょう。巻末資料の「GLOBE雲チャート」と「雲の種類観察」を参照して雲の種類を確定し、データワークシートの対応する枠をチェックしましょう。雲の種類ごとの量まで見積もる必要はありません。

データの送信

以下のデータをGLOBEデータサーバに送信します：

- 世界標準時でのデータ測定日時
- 観察された雲の種類（複数の種類を報告して良い）

世界標準時

世界標準時（UT）の簡単な考え方は、「イギリスのグリニッジでは、今何時（24時間表示で）だろう？」と考えることです。グリニッジは経度0度の線上にあるので、そこは、地球日（Global Day）の開始地点となります。世界標準時の0時0分は、グリニッジでの真夜中です。最近まで、世界標準時はグリニッジ標準時（GMT; Greenwich Mean Time）と呼ばれていました。

（訳注：日本時間（JST）から9時間を引いたものが世界標準時となります。たとえば、日本時間で午後1時（13時）は世界標準時で午前4時です。日付が変わることもあるので、注意しましょう。）

雲量

何をどのようにおこなうか

雲形観測サイトと同じ場所で、雲量の測定をおこないましょう。雲量は、次の分類定義にしたがって報告しましょう。

- 「快晴」(clear) : 雲が全くないか、空の 1/10 以下しかない場合。(「快晴」と報告しても、少量の雲がある場合があるので、雲の種類を報告することは可能である。)
- 「まばらな雲」(scattered) : 雲が空の 1/10~5/10 (1/2) 程度覆っている場合。
- 「すき間がある雲」(broken) : 雲が空の 5/10 (1/2) 以上から 9/10 を覆っている場合。
- 「雲で覆われた」(overcast) : 雲が空の 9/10 以上を覆っている場合。
- 「不明」(obscured) : 空がはっきり見えず、雲が観察できない
(2000年より新たに追加された項目)

この場合は観測された次のものをすべて報告する

- ・Fog 霧
- ・Smoke 煙
- ・Haze もや
- ・Volcanic Ash 火山灰
- ・Dust ちり
- ・Sand 砂
- ・Spray 水しぶき
- ・Heavy Rain 豪雨
- ・Heavy Snow 豪雪
- ・Blowing Snow 吹雪

注意 : 「まばらな雲」と「すき間がある雲」を区別するのは困難かもしれません。雲よりも青空が多ければ、「まばらな雲」と考えられます。反対に、青空よりも雲が多ければ、「すき間がある雲」と考えられます。

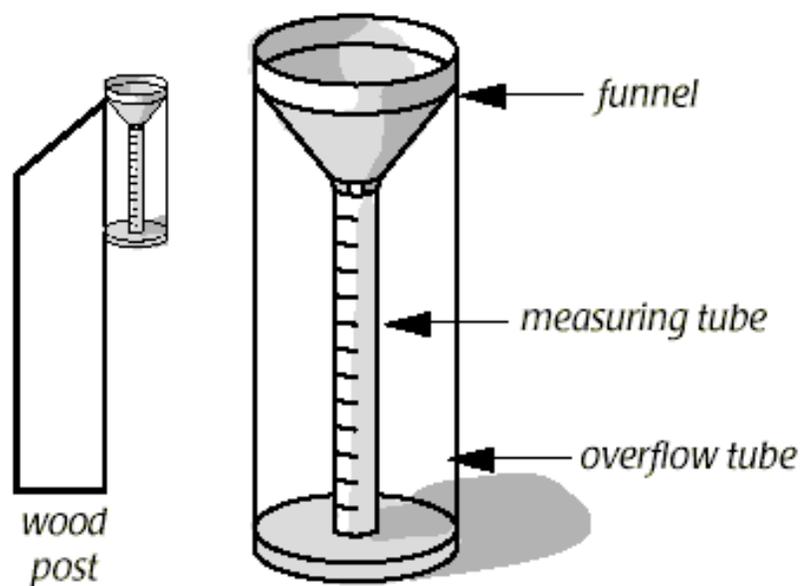
データの送信

データワークシートに、各日の雲量を、上記の分類定義にしたがって記録しましょう。そして、GLOBEデータサーバに調査結果を送信しましょう。

降水量プロトコル

- 目的 : 大気観測サイトで降雨量を測定する。
- 概要 : 気候と地球システムの研究は正確かつ長期に渡る降雨量測定を必要とする。

- 時間：5 分間
- 頻度：毎日、地方真太陽時正午の前後 1 時間以内
- コンセプトと技能：
 - コンセプト：凝結、降水量測定における風の影響、水位目盛りの読み方
 - 技能：雨量計の使用、データの記録、目盛りの読みとり
- 道具と資料：雨量計、データワークシート、筆記用具、水準器
- 準備：生徒は、4 つの部品からなる標準的な雨量計を使用する。（図参照）
 1. ジョウゴ：測定管に差し込む。
 2. 測定管：均一な直径を持つ小さな円筒形の管で側面に目盛りが刻まれている。
 3. オーバーフロー管：大雨などで溢れ出た雨を捉えるための大きな円筒形の管。
 4. 据え付けるための腕木：測定管をオーバーフロー管に差し込み、ジョウゴを測定管とオーバーフロー管に差し込む。



据え付けのための腕木は、雨量計くらいの幅で、支えとなる材木に固定されている必要がある。雨量計の先端が、支えとなる材木の先端よりも 10cm 上となるように、腕木に固定する。雨量計は、水平に設置されなくてはならない。水平度をチェックするには水準器を用いる。

ジョウゴの上辺で、直角の角度で交差する 2 方向についてチェックをおこなう。

- 前提条件：なし

背景

降雨量は、ある一定の時間に水平面を横切る水の量と定義されます。水位に対応する測定管目盛り上のミリメートル値を読むことで、降雨量を測定できます。この目盛りは実際よりも拡大されていることに注意してください。（測定管の目盛りを実際に定規で測ってみると、実際とは異なります。）これは、ジョウゴの降雨収集面積が、測定管の断面面積のよりも大きいからで、目盛りから降雨量を直接読みとれるように、測定管の目盛りがジョウゴと測定管の断面の比率と同じに拡大されているためです。

何をどのようにおこなうか

1. 雨量計をきちんと設置したら、毎日、地方真太陽時正午の前後1時間以内に測定します。
2. 目盛りを読みとるときには、目が測定管内の水位と水平であり、水位の底辺を見ていることを確認してください。
3. 測定の後には、「えいやっと」管を逆さにし、測定管の水を空にしてください。それから、雨量計を再び組み立てて、もとに戻します。測定データ、世界標準時での測定日時、ミリメートルでの降雨量を、「データシート」に記録します。

大雨の時などは、測定管の容量を越えた降雨が、オーバーフロー管に流れ込むかもしれません。この場合は、測定管の水位を書きとめたあと、測定管を空にしてください。このあと、オーバーフロー管の水を測定管に注ぎ、水位を記録します。オーバーフロー管が空になるまで、この操作を繰り返しおこないます。水位を合計して、全部の水位を算出します。

たとえ雨が降らなくても、生徒はクズ（風に吹き飛ばされた葉や小枝、紙など）が入っていないかを確認するために、毎日、雨量計をチェックする必要があります。

気温が氷点下のときは、プラスチック製の雨量計がひび割れないように、雨量計を室内に入れましょう。

データの送信

以下のデータを「GLOBEデータサーバ」に送信します。

- 世界標準時でのデータ測定日時
- 一日の降雨量の総計（ミリメートル単位）

雨が降らなかった日には、「降雨量」の欄に“0”を入力します。雨量計の水を誤ってこぼしてしまったり、測定できなかつたり、何らかの理由で測定結果を紛失してしまった場合には、「降雨量」の欄に“M”（欠損を表す missing の略）の文字を入力します（欠損値を“0”で代用するのは、間違いです。これは非常に間違った分析を導いてしまいます）。

降雨があっても、総計が 0.5 ミリ以下の日には、「降雨量」の欄に“T”（微量を表す trace の略）の文字を入力しましょう。これで、極度に少ないけれども雨が降った事実が伝わります。ある種の調査にとっては、これも重要な情報となります。

毎日、降雨量の測定をすることが重要です。しかし、（例えば週末など）測定をおこなえなかった日があったり、数日間にわたり降雨が観測されなかった場合には、降雨量とともに、最後に測定した日からの日数を「測定期間」欄に入力します。

例えば土曜日、日曜日に雨量計の測定を逃してしまって、月曜日に測定した場合、土曜日と日曜日については“M”を入力し、月曜日については測定値とともに、「3」日間と入力することになります。

降雪量プロトコル

- 目的：「大気観測サイト」で降雪量を観測すること
- 概要：気候と地球システムの研究では、正確で、長期間に渡る降雪量の観測を必要とする。
- 時間：5 分間
- 技術レベル：全てのレベル
- 頻度：毎日、地方真太陽時正午の前後 1 時間以内
- コンセプトと技能：
 - コンセプト：状態の変化、熱容量、雪の密度
 - 技能：目盛りの読み方、データの記録
- 道具と資料：積雪板。ミリメートルで目盛りをつけられた定規 1 本（1 m の定規）。降雪地帯などでは、もっと長い定規が必要。
- 前提条件：なし

背景

積雪板は、薄く、板状のもので、雪面上に置いておきます。積雪板上に新雪が積もったら、

定規でその深さを測定します。積雪板は、厚さ 1cm 程度の薄い合板製のもので、1 箇所以上で雪の深さが測定できるように、40cm×40cm 以上の大きさのものを選びます。新雪に覆われても簡単に場所がわかるように、積雪板の位置をマークしておく。

何をどのようにおこなうか

1. はじめての降雪のときには、測定用の定規を垂直に、地表面に届くまで雪に差し込みます。氷の層や凍雪を地面と間違えないようにしましょう。吹きだまりなどは避け、複数の場所で測定を繰り返してください。新雪がなかったら、“0”と入力しましょう。測定した深さが 0 から 0.5 ミリメートルの間なら、“T”（微量を表す trace の略）の文字を入力しましょう。
2. 雪面上に積雪板を置き、積雪板の表面が雪面と水平になるように、ゆっくりと押し込みます。降雪があっても、積雪板の位置がわかるように、近くに旗などの目印をつけておく。
3. 新たに新雪が降ったら、測定定規を積雪板に届くまで、差し込みます。積雪板上のいくつかの異なる地点で、何回か測定を繰り返し、その値の平均をとる。これが、「1日の積雪深」となります。測定が終わったら、積雪板をきれいにして、再び雪面上に設置します。
4. 同時に、積っている雪の深さを測定する。手順は、はじめての降雪の測定と同じです。測定定規を、垂直に何ヶ所か（積雪板以外の場所）に、差し込む。そして、測定した深さの平均をとります。これが、「総積雪深」となります。

1 日の降雪量の水当量を測定する

すべての降雪が同じというわけではありません。軽くて、ふんわりした雪もあれば、湿って重い雪もあります。採集した雪を溶かし、水の量を測定することで、「固体降水量に相当する一日の水当量」を決定します。

水当量の測定には、採集容器が必要です。外気温が氷点下になると、液体降水量測定のためのプラスチック雨量計は、ひび割れたり、壊れたりするので、屋内に保管されているはずですが。しかしながら雨量計の外側の大きなオーバーフロー管が、雪を採集し、液体降水量を決めるのに理想的な容器となります。

1. 積雪板上で「1日の積雪深」を測定し終わったら、雨量計のシリンダを逆さにして、積雪板の表面にあたるまで注意深く差し込みます。積雪板の大きさによって、シリンダに雪をすくい取る方法が 2 つ考えられます。

方法A：積雪板が、小型、軽量のものであれば、積雪板にシリンダを差し込んだまま、ひっくり返します。シリンダの外に積もった雪が積雪板から落ちてしまうので、必ず事前に積雪深を測定してください。

方法B：積雪板が、簡単に裏返しにできないならば、雪を手作業でシリンダに移さなくてはなりません。注意深くシリンダを積雪板から離し、シリンダで刻印された部分の雪を注意深く手ですくいとり、シリンダに移します。

2. 雪をシリンダに採集したら、それを室内に持って行き、溶かします。蒸発を避けるために、シリンダにふたをします。
3. 雪が溶けたら雨量計の測定管に溶けた水を注ぎ降雨量と同じ方法で水深を測定します。

雪の観察を終えたら、積雪板をきれいにし、再び雪面上に水平に設置しておきます。

データの送信

以下のデータを、GLOBEデータサーバに送信します：

- 世界標準時でのデータ測定日時
- 総積雪深(mm)
- 1日の積雪深(mm)
- 1日の積雪量の水当量(mm)

注：

雪が降っても、何らかの理由（例えば、積雪板が吹き飛ばされたり、誰かが誤って測定前に積雪板をきれいにしてしまったなど）で、「一日の積雪深」の測定ができなかった場合には、“M”（欠損値を表す missing）の文字を入力します。この場合でも、「総積雪深」を報告することは可能です。

降雪が少なすぎて、深さが測定できない日には、「一日の積雪深」の欄に“T”（微量を表す trace の略）の文字を入力します。

毎日、積雪量を測定することが重要です。しかし、（例えば週末など）測定がおこなえない日があったり、数日間積雪が観察できなかった場合には、積雪の値とともに、積雪板が最後にきれいにされた日からの日数を「測定期間」欄に入力します。これは、その値が、24 時間以上に渡る降雪によるものであることを示します。

一方、積雪板による測定ができなかった日（例えば土、日曜日）には、“M”の文字を入力してください。

したがって、例えば、土、日曜日に積雪板による測定を逃したけれども、月曜日に測定したのならば、土、日曜日のところには“M”と入力し、月曜日のところには、正確な測定値とと

もに「3」日間と入力することになります。

降水の pH プロトコル

- 目的：雨と雪の pH を測定する。
- 概要：降水の pH は、その地域に影響を与える。酸性降下物は、植生、建物、彫像などに影響を与え、表層水や土壌の pH を変える。
- 時間：実際の測定に 5 分、pH ペンや pH メーターの較正に 5 分
- 技術レベル：全てのレベル
- 頻度：

降雨の場合、雨量計に少なくとも 2mm 以上の降雨があったとき。

降雪の場合、十分な新雪が降ったとき。十分な新雪とは、地面や積雪板に直接触れていない新雪を、水当量にして少なくとも 20ml、採取できる状況を言う。
- コンセプト：降水の pH に影響する要因
- 技能：pH 測定器具の使用 データの記録
- 材料と道具：pH 測定器具（初級レベルには pH 試験紙、中級レベルには pH ペン、上級レベルには pH メータと、較正に必要な材料）、雨量計、積雪板、100ml のビーカー
- 準備：「水質調査 pH の測定」プロトコルをよく読み、詳通しておく。

中級レベル・上級レベルの場合は、このプロトコルの手順にしたがって、pH ペンや pH メータの準備や較正をおこなってください。
- 前提条件：なし。ここで使用している機器は、「水質調査 pH の測定」プロトコルの機器と同じですが、水質調査観測サイトでの pH 測定をしている必要はない。

背景

水は全ての動植物の中を循環する。このため、水中の化学物質は、陸上と水中のすべての生態系に影響を与える。通常の降雨は、大気がもともと含んでいる成分のために、わずかな酸性（およそ pH5.6）を示します。しかし、化石燃料（石炭・石油など）の燃焼ガスが大気中の水蒸気と反応すると、pH5.6 以下の降雨が形成されることがある。

このような酸性降下物は、長い時間をかけて植物を直接的に傷付けている。さらに深刻なのは、植物を弱体化させ、寒さや病気、害虫、旱魃などに対する耐性を奪うことである。酸性降下物は土壌の栄養分を漉し取ります。また、酸性降下物と土壌との反応で生成するアルミニウムイオンは、植物の根に損傷を与え、さらに湖や小川に流れ込んで、多くの魚類にも害を与える。

生命に悪影響を及ぼすだけでなく、酸性降下物は建造物にも大きな損傷を与える。酸性降下物は金属の腐食を促進し、また石の構造物や石像を破壊する。世界中で、有名な建築物や彫

像が危機に瀕している。

水の酸性度（pH）は、水が環境を循環するにつれ、変化していきます。水が最初に大気中に凝縮したとき、その pH は中性で 7.0 です。この水滴に、二酸化炭素などのガスや、大気中の浮遊粒子が溶け込み、たいていの場合は pH 値が低くなる。地表面や土壤に降下すると、水の pH は土地との化学的な反応によって変化する。水は小川や河、湖を経て、ついには海に流れ出す。

GLOBE では、降水と土壤と水の pH を測定する。

初級レベル：pH 試験紙

きれいな乾いたビーカーと、pH 試験紙を雨量計サイトに持って行き、降雨量を読み取り記録したすぐ後で、pH の測定するのが、最も早く簡便な方法です。

1. きれいに乾いた 100ml のビーカーを用意する。
2. 雨量計の雨量を読み取り、記録した後、少なくとも 2mm 以上の雨量があったら、それをビーカーに注ぐ。大量の降雨があった場合は、ビーカーの半分くらいまで雨水を満たせばよい。
3. pH 試験紙 1 枚をビーカーの雨水に浸し、約 20 秒ほど待つ。試験紙の反応部が全て水の中に漬かっていることを確認する。
4. 水の中から試験紙を取り出し、反応部の色を、色チャートと比べる。反応部が示す色パターンが一致するところを見つけてください。
5. 色が不明瞭な場合は、反応が十分に完了していないことが考えられる。試験紙をビーカーの中にもう一度戻し、さらに 20 秒入れてください。読み取りが正確にできるまで繰り返します。2 分経っても、読み取りができなければ、新しい試験紙を使ってください。もしこれも失敗した場合は、その旨データワークシートに記入してください。
6. pH 値の読み取りができたら、データワークシートに記録する。
7. 降水が充分ある場合は、データの品質を高めるために、2 から 5 までを繰り返す。
8. pH の値を GLOBE データサーバに送信する。
9. 降雨のあるなしにかかわらず、一週間に一回は雨量計を蒸留水で丹念に洗って乾燥させる。雨量計に紛れ込んだ異物は pH 値に影響を与えることがある。石鹼や洗剤は決して使用しない。残留物が pH 値に影響を与える可能性がある。

中級レベル・上級レベル：pH ペン・pH メータ

ステップ 1. pH ペン・pH メータの準備と校正

「水質調査/pH の測定」プロトコルにしたがって、観測器具の準備と校正する。

ステップ 2. 降雨の pH の測定

校正した pH ペン・pH メータときれいな乾いたビーカーを雨量計サイトまで持って行き、雨量の測定後、直ちに pH 値を測定する。

1. 教室を出る直前に、測定機器の保護キャップを外し、電極とその周辺を蒸留水で洗浄する。
2. 測定機器と、100ml かそれより大きいきれいな乾いたビーカーを、雨量計まで持っていく。
3. 雨量を読み取り、記録する。
4. 2mm 以上の雨量があったら、それをビーカーに注ぐ。大量の降雨があった場合は、ビーカーの半分くらいを雨水で満たす。
5. 測定器具の電極をビーカーの水の中に入れる。電極全体が水の中に入っていることを確認してください。必要以上にいれることはしない。降水が少なく、電極全体を水中に浸けることができない場合には、測定を中止する。
6. pH ペンか pH メータで水を一度かき回して、表示が安定するまで待っている。
7. 表示が安定したら、pH 値を読み取り、データワークシートに記録する。
8. 雨量計にまだ雨水が残っているときは、データの質を高めるためにもう一度試料を使って手順 4 から 7 を繰り返す。二つの pH 値の誤差は 0.2 以内 であるはずですが。それ以上の誤差があって、雨量計にまだ水が残っている場合、別の新しい試料で 3 回目の測定をする。3 回目の測定用の水が残っていない場合には、GLOBE データサーバに降雨の pH 値を送信することはしない。そして次回の観測の前に、器具の校正をもう一度確認してください。
9. もし一回分の測定しかできない雨量だったら、その pH 値を GLOBE データサーバに送信する。
10. 2 回測定ができ、かつその誤差が 0.2 以内の場合、その平均値を GLOBE データサーバに送信する。
11. 3 回以上の測定ができた場合には測定値を平均する。全ての測定値が、この平均値から誤差 0.2 以内に収まっている場合、その平均値をデータサーバに送信する。

もし1つだけ異常な値があった場合には、その値を除いた残りの測定値を平均する。(異常な値を除く)全ての測定値が、新しい平均値から誤差が0.2以内であれば、その平均値をGLOBEデータサーバに送信する。この時、たとえ異常な値がその平均値に含まれていなくても、3回以上測定したことを報告します。pH値に大きなばらつきがあった場合は、データは送信しない。測定器具の較正を確認し、手順やエラーの原因について話し合う。

12. 測定器具を蒸留水で洗い、保護キャップをして電源を切る。
13. 降雨のあるなしにかかわらず、一週間に一回は雨量計を蒸留水で丹念に洗って乾燥させる。雨量計に入り込んだ異物はpH値に影響を与える。石鹼や洗剤は決して使わない。残留物がpH値に影響を与えることがあります。

pH測定のための採集

雪のpHを測定する場合には、積雪深やその水当量の測定よりも、より注意深く雪を採集する必要がある。積雪の測定のために積雪板から雪を採集するとき、底部(積雪板に直接触れている部分)の雪は、板上の物質(あるいは積雪板そのもの)の影響を受けることがある。このため、水当量の測定用試料をpH測定用に使うことはできない。降雪自体のpH値を測定するには、pH測定用にもう一度試料を積雪板から採集する必要がある。pHの測定用試料で、積雪板から中程の雪を採集する。ただし、積雪板に接触している部分は除外する。表層面の雪ではなく、中程の雪を採集するのは、雪のpH値が時間とともに変化していく可能性があるためである。ここで必要なのは、雪の平均pH値なので、中程(ただし積雪板に接していない)の部分の雪を採集する。雪を溶かしたときに最低20mlの水が得られるように、積雪板上のいくつかの場所で採取する。

きれいな乾いた深い容器(ガラス製でもプラスチック製でも構いません)を使用して、pH測定用の雪の試料を採集する。雪を採集したら、その容器を室内に入れ蓋をする。室温で溶かしてください。

雨のpH測定と同じ手順にしたがって、溶かした雪のpH値を測定する。

最高、最低、現在気温プロトコル

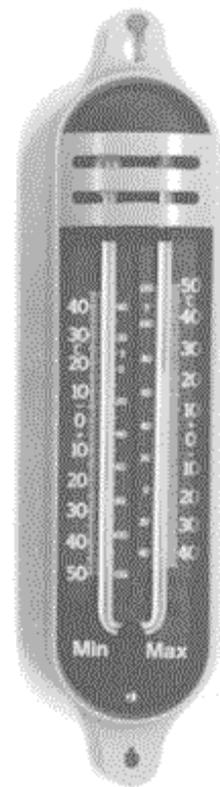
- 目的：気温（オプションとして地温）を地方真太陽時正午の前後1時間以内に、そしてその前24時間の中の最高と最低気温を測定すること。
- 概要：生徒は現在、最高、最低気温を温度計から読み取り、そして最高と最低気温の標識をリセットして、次の24時間の測定期間をスタートさせる。
- 生徒の成果：生徒はU字型温度計を使って最低、最高、現在温度の読み取りを学び、温度が日変化することと年変化することを学習し、そして大気の温度に影響する因子を知る。
- 科学コンセプト：
 - 地球科学と宇宙科学
 - 天気は数値的な測定値によって記述される。
 - 天気は日々そして季節によって変化する。
 - 天気は局地的、地域的そして地球の空間スケールで変化する。
 - 地理
 - ある場所の温度変化は地球の自然地理システムの特性に影響する。
- 科学的インクワイアリー能力：
 - 温度計を使って温度を測定する。
 - 回答できる質問を確認する。
 - 科学的調査をデザインし、実行する。
 - 適切な数式を使ってデータを解析する。
 - 証拠を用いて記述と説明を開発する。
 - 代替の説明を認識し、分析する。
 - 手順と説明を伝える。
- 時間：5分
- レベル：全レベル
- 頻度：地方真太陽時の正午の前後1時間以内に毎日
- 材料と器具：
 - 百葉箱
 - 設置可能な最高/最低温度計
 - キャリブレーション用温度計
 - 大気調査データシート
- 準備：
 - 測器用百葉箱の設置
 - 最高/最低温度計をキャリブレーションし、そして設置する。

最高/最低温度計の読み方をレビューする。

背景

最高/最低温度計は、U字型の管で、最高気温と最低気温を示す2つの指示器がついているものです（図参照）。最高気温測定側では、（通常の温度計と同じように）先端へ向かうにつれ高温を示すような目盛りがつけられており、最低気温測定側では、先端へ向かうにつれ低温を示すような目盛りがつけられています。気温が上がると、温度計の最高気温測定側の水銀柱の先端にある指示器は、上へと押し上げられます。この指示器は、気温が下がっても、最高気温を示す位置にとどまります。同様に気温が下がると、最低気温測定側の水銀柱は上へと上がり、指示器は最低気温を示す位置にとどまります。

最高/最低温度計を使う前に、水銀柱がとぎれていないことを確認します。温度計の移動中に水銀柱がとぎれてしまうことがよくあります。水銀柱にとぎれがあったら、温度計の上下を確認してケースに入れ、しっかりと握って、水銀柱にとぎれがなくなるまで振ります。破損の原因となるので、温度計の胴を握るのはやめましょう。



較正する

最高/最低温度計は、6ヵ月ごとに較正する必要があります。（現在気温が両測定部の温度目盛りで異なってきたり、水銀柱がとぎれたりした場合は、より頻繁に較正する必要があります。）

最高/最低温度計を較正するには、較正用温度計と比較します。較正用温度計には、 -5°C まで測定できる一本管のアルコール温度計を使用します。まず、較正用温度計自体の正確さを検査する必要があります。このためには、氷水を使用します。

1. 砕いた氷を入れた水を用意します。
2. この溶液が十分に冷えるまで10～15分間放置します。
3. 較正用温度計の下部の球部分を溶液の中に浸けます。氷水の溶液の中で、温度計をゆ

っくりと動かし、完全に冷たくなるようにします。温度計が、0.0 から 0.5℃の表示をすることを確認します。もし、そうならないなら、他の温度計を使いましょう。

4. 較正用温度計の正確さを確認したら、それを百葉箱に設置します。（「最高／最低温度計の設置」を参照。）
5. 24 時間後に、最高／最低温度計、較正用温度計、双方の表示気温を比較しましょう。もし 2 つが異なっていたら、最高／最低温度計を較正する必要があります。最高／最低温度計の後ろにある小さなネジをゆるめて、温度計の両測定部の温度目盛りを調節します。

最高／最低温度計の設置

温度計ケース全体に空気の流れが入るように、最高／最低温度計を百葉箱に設置します。温度計を百葉箱の奥の壁にある設置台に取り付けます。温度計が百葉箱の壁や床や天井に触れないようにします。温度計は、地上 1.5m、または最高積雪深の平均より 0.6 m 上、いずれかより高い方の位置に設置してください。百葉箱は、太陽や空、地面や周辺の物体からの熱放射から温度計を守ります。通気は可能なので、百葉箱の中の気温は、周辺の大気温と同じとなります。

百葉箱は、強風時にも振動しないように、しっかりと地面に固定する必要があります。振動は、最高／最低温度計の指示器を狂わし、誤った測定結果をもたらします。百葉箱の扉は、北半球では北に、南半球では南に面している必要があります。これは、測定のため百葉箱の扉を開くとき、温度計が直射日光にさらされることを防ぐためです。

百葉箱の内側、外側とも、白く塗ってください。器具へのいたずらを防ぐために、鍵をかけたほうがいいでしょう。温度計が後ろの壁に触れないように、設置のための台は内側にせり出している必要があります。

百葉箱が設置されたら、時々、乾いた布で、内部を掃除しましょう。

何をどのようにおこなうか

1. 毎日、地方真太陽時正午の前後 1 時間以内に、温度計の測定をするグループを組織します。

測定時には、体温が影響を与えないよう温度計からできるだけ離れて立つようにします。このことは、特に低温時には重要な意味を持ちます。同様に、温度計の温度を感知する部分には触れないようにします。
2. 水銀柱の先端で現在気温を測定します。水銀柱の先端、または指示器の底部と、生徒

の目が水平であることを確認しましょう。

3. 指示器の底部で、最高気温と最低気温を測定します。
4. 最高気温、最低気温、そして現在の気温の測定が終わったら、指示器をリセットします。磁石を使って、指示器を水銀柱の先端まで移動します。磁石をなくさないよう、磁石を百葉箱か温度計に糸で結んでおきましょう。

気温測定を逃したときは、次の観測のときに温度計をリセットし、その時点での現在気温のみを記録しましょう。測定の間隔が 24 時間以上あくと、どの日の最高最低気温なのか、わかりません。

データの送信

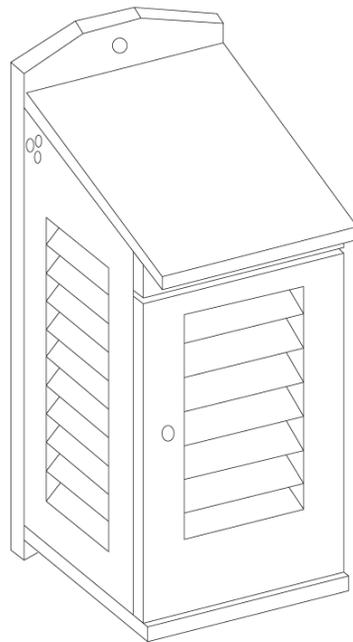
以下のデータを GLOBE データサーバに送信します。

- 世界標準時でのデータ測定日時
- 現在気温
- 最高気温
- 最低気温

測定器具の作成

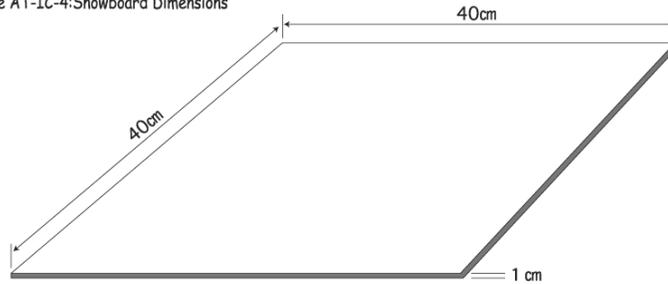
百葉箱：既存のものを利用、または工作として作成も可能（設計図は、観測マニュアルの大気調査 P. 19 またはラーニングアクティビティ参照）市販のものは相当高価

Figure AT-IC-1:Instrument Shelter



積雪板：ベニヤ板で作成可能（図参照）

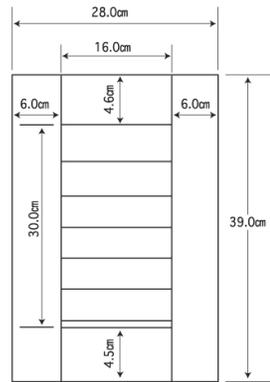
Figure AT-IC-4:Snowboard Dimensions



オゾン測定ステーション：省略

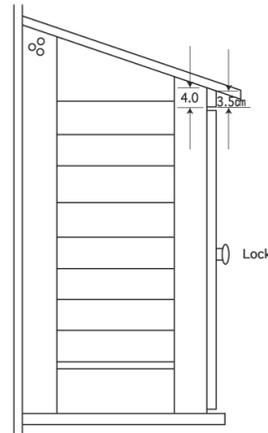
風向計測器：旗の向きを磁石で測定

Figure AT-IC-2:Instrument Shelter Dimensions

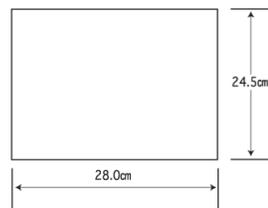


Front Door

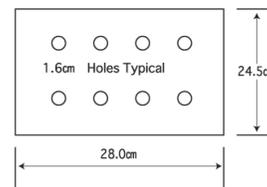
Note:Louvers are 0.64cm Thick and 4.5cm Wide



Side View



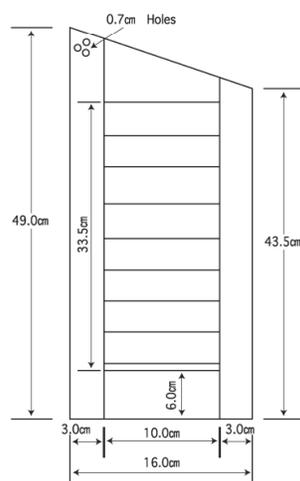
Roof



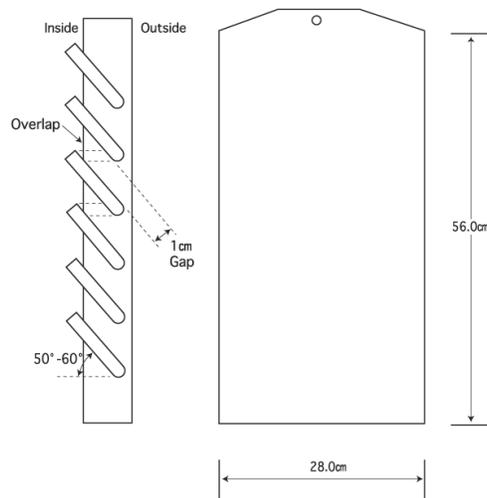
Bottom

Outer Dimension Inclusive of Louver Panels

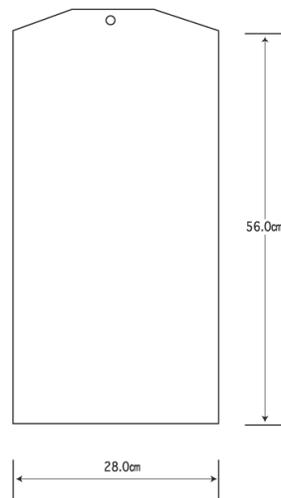
Figure AT-IC-3



Side Panel



Louvre Detail



Back

エアロゾルプロトコル

- 目的：大気のエアロゾルの光学的厚さ（太陽光が空気中に浮遊する粒子で散乱または吸収する程度）を測定する
- 概要：生徒はグローブのサンフォトメータを太陽に向けてフォトメータに接続したデジタル電圧計で得られる最大読み取り値を記録する。生徒は太陽の近くの空の条件を観察し、雲量のプロトコルでの観測を実施する。
- 生徒の成果：生徒はもやがかかった空は何が原因であるかを学び、そして太陽光の一部分のみが地球表面に到達するという概念を学ぶ
- 科学のコンセプト：
 - 地球科学と宇宙科学
 - 大気は様々な気体とエアロゾルからできている
 - 太陽は大気を変化させる主要なエネルギー源である
 - 空を横切る太陽の日変化と季節変化を観察し、記録する
 - 地理
 - 人間活動は自然環境を改変する
 - 大気環境
 - エアロゾルは地球表面に到達する太陽エネルギーの量を減少させる
 - 大気中のエアロゾルはもやを増大させ、視程を減少させ、空気質に影響する
- 科学的なインクワイアリー能力：
 - サンフォトメータと電圧計を使って直達光（太陽からの直接光）を測定する
 - 回答できる質問を確認する
 - 科学的調査をデザインし、実行する
 - 適切な数式を使ってデータを分析する
 - 証拠を用いて記述と説明を行う
 - 別の説明を認めて、分析する
 - 手順と説明をきちんと伝える
- 時間：20分
- レベル：中級と中等レベル
- 頻度：毎日、天気が許せば、午前中の中ごろが望ましい
- 材料と器具：キャリブレーションをし、直線に乗っているグローブのサンフォトメータ、デジタル気圧計、時計（デジタルが望ましい）、エアロゾルデータシート
- 準備：サンフォトメータの直線化（一度のみ）、デジタル電圧計の使用練習
- 必要条件：雲量と雲形プロトコル

オプション：気圧プロトコル

- 目的：気圧を測定する
- 概要：生徒は気圧計または高度計を使って気圧を記録する
- 生徒の成果：生徒は気圧計や高度計が変化し、気圧の上がり下がりや次の天気の変化を示すことの理解を得る。生徒は空気が重さをもっていることを学ぶ
- 科学的コンセプト
 - 地球科学と宇宙科学
 - 天気は数量的な測定値で表すことができる
 - 天気は日々、季節によって変化している
 - 天気は局地的、地域的、地球的な空間スケールで変化している
 - 大気環境
 - 気圧は単位面積あたりの大気の重さである
 - 気圧の変化は天気を予測するのに役に立つ
- 科学的探究（インクワイアリー）能力：
 - 気圧計または高度計を使って気圧を測定する
 - 答えのある質問を確認する
 - データを分析するために適切な数式を使用する
 - 証拠を使って記述し、予測する
 - 手順、記述、予測を伝える
- 時間：5分
- レベル：全レベル
- 頻度：地方真太陽時の正午の前後1時間以内、またエエロゾル観測用の大気圧として使う場合はエエロゾルの測定時刻とおおよそ同一の時刻
- 材料と器具：アネロイド気圧計または高度計
- 準備：観測サイトの海拔高度の知識
- 必要条件：なし

Field Messe EX

FG-5902



■ アウトドア必携！腕時計型電子気象計 ■ 見やすい大型画面。
9000 mまで計測可能な電子高度計をはじめお天気予測、コンパス、ストップウォッチ、時計、カレンダーとフィールドの楽しみを広げます。

高度計	現在高度計測（1m単位表示で9100mまで可能） 高度補正機能（1m単位）、15分ごとの高度及び高度グラフ表示 最高・最低高度表示、累積高度差表示
高度グラフリク	1秒、10秒、1分、10分の選択（任意設定可能）
気圧計	現在気圧表示（300hps～1100hps） 気圧補正機能付（0.1hps表示） 気圧グラフ表示 最高最低気圧表示
温度計	現在気温表示 -10度～+60度（0.1度単位表示）
本体寸法・重量	約50×45×17mm、約50g（電池・ベルト含む）

電 源	リチウム電池CR - 2032 1個
電池寿命	約1年(常温使用時)

相対湿度プロトコル

- 目的：大気観測サイトで相対湿度を測定する
- 概要：
 - スリング湿度計**：児童生徒はスリング湿度計が温度計の一つのバルブ（球）を湿らせるための水があることをチェックし、そして乾球温度計の温度を読み取る。そして3分間吊るして、湿球温度を読み取る。相対湿度は湿球・乾球温度の読み取り値から表または計算尺を使って求めることができる。
 - デジタル湿度計**：デジタル湿度計を測器シェルターに設置する、そして少なくとも30分後に値を読み取るために戻る。
- 生徒の成果：生徒は湿度の定量化を学び、空気が保持できる水蒸気の量に限界があることを学ぶ。生徒は何故雨滴や雪片が形成され、そして何故降水になるか洞察する
- 科学的コンセプト：
 - 地球科学と宇宙科学
 - 天気は数量的な測定値によって記述される。
 - 天気は日々そして季節によって変化する。
 - 天気は局地的、地域的そして地球の空間スケールで変化する。
 - 大気の水蒸気量は温度と気圧によって制限される（決まる）。
 - 水蒸気は地表面からの蒸発と植物からの蒸散によって大気に加えられる。
 - 降水は大気中の水蒸気の凝結によって形成する。
 - 凝結と蒸発は大気の熱バランスに影響する。
 - 物理科学
 - 物質は様々な状態で存在する。
 - 地理
 - 大気中の水蒸気は自然地理システムの特徴に影響する。
- 科学的インクワイアリー能力：
 - 湿度計またはスリング湿度計を使って相対湿度を測定する。
 - 温度計を使って温度を測定する。
 - 回答できる質問を確認する。
 - 科学的調査をデザインし、実行する。
 - 適切な数式を使用し、資料を解析する。
 - 証拠を使って記述と説明を展開する。

代替する説明を認識し、解析する。

手順と説明を伝える。

- 時間：5分（デジタル湿度計）、10分（スリング湿度計）
- レベル：全レベル
- 頻度：毎日、できれば地方真太陽時の正午の1時間以内に。
- 材料と器具：

デジタル湿度計：百葉箱、温度計、時計、大気調査データシート、

スリング湿度計：百葉箱、キャリブレーション用温度計、湿度チャート、
時計またはタイマー、蒸留水1瓶、大気調査データシート

- 必要条件：なし

AD-5643 デジタル湿度計

- 卓上にも壁掛けにも使えるデジタル湿度計
- 最高・最低値の自動メモリ機能
- 湿度45%以下でDRY、65%以上でWETを表示



	仕様
測定範囲	25～95%
表示分解能	1%RH
精度	±5%RH(40～80%RHの範囲、15～40℃) ±7%RH(他の範囲、15～40℃)
動作温・湿度範囲	0～40℃、95%RH以下
保存温・湿度範囲	-20～55℃、95%RH以下
電源	単4型乾電池2個
電池寿命	約1年(アルカリ電池)
寸法	71(W)×99(H)×21(D)mm
重量	約91g
センサ	高分子抵抗
付属品	壁掛けホルダ、取扱説明書、モニタ用電池

地表オゾンプロトコル

- 目的：地上レベルのオゾン濃度を測定すること。
- 概要：生徒はオゾンの存在で色が変わる紙片を配置する。生徒はオゾン読み取り器を使って紙片の色変化によって示されるオゾン濃度をppbの単位で決定する。
- 生徒の成果：生徒は大気中の地上レベルのオゾン濃度の測定を学び、そして時間による濃度変化を観測を学ぶ。
- 科学的コンセプト：
地球科学と宇宙科学

天気は数量的な測定値によって記述される。
天気は日々そして季節によって変化する。
天気は局地的、地域的そして地球の空間スケールで変化する。
大気は様々な気体とエアロゾルからできている。
人間社会からの物質は地球の化学的循環に影響する。

地理

人間活動は自然環境に影響する。

大気環境

地表オゾンの濃度は時間で変動する。
雲量、気温そして風向がオゾン濃度に影響する。
空気質は現在のオゾン濃度によって影響を受ける。

- 科学的インクワイアリー能力：
 - オゾン紙片と紙片読み取り器を使ってその場所のオゾン濃度を測定する。
 - 風向計を用いて風向を確認する。
 - 回答できる質問を確認する。
 - 科学的調査をデザインし、実行する。
 - 適切な数式を使ってデータを解析する。
 - 証拠を用いて記述と説明を展開する。
 - 代替の説明を認識し、分析する。
 - 手順と説明を伝える。
- 時間：5分間隔を2回、別に1時間
- レベル：全レベル
- 頻度：毎日。地方真太陽時の正午の前後1時間以内の測定開始が望ましい。
- 材料と器具：オゾンデータシート、クリップボード、鉛筆またはペン、シール付のプラスチック袋に入った化学試験紙、オゾンの試験紙スキャナー、オゾン測定場所、風向を測定する器具、時計
- 準備：オゾン監視ステーションを組み立て、設置する。風向器具を組み立て、設置する。
- 必要条件：雲プロトコル、最高・最低・現在温度のプロトコル